第 32 卷 第 1 期　　昆 虫 学 报　　Vol. 32, No. 1
1989 年 2 月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　Feb., 1989

环境温度对人工饲料育家蚕体温和呼吸量的影响*

沈 卫 德
(苏州蚕桑专科学校，浒墅关)

浜野國勝　向山文雄
(東京農工大学農工部，東京)

摘要　本文以全龄人工饲料饲育的 5 龄幼虫为材料，调查了二化性和多化性家蚕品种在不同气温条件下的体温及呼吸量的差异。蚕是变温动物，体表温度及体内温度和环境气温虽大致相同，但也有一些微小的差异，体内温度＞体表温度＞气温。在 0－30℃ 范围内，体内温度比气温高不到 1℃。0℃ 时，5 龄蚕仍有微弱的呼吸作用，呼吸强度随体温上升而缓慢上升，超过 10℃ 后，上升速度加快。多化性品种在 25—36℃ 范围内，随温度上升呼吸量增加速度有比二化性品种慢的倾向，这可能与多化性品种抗高温性有关。另外，饷食前后的呼吸量变化相当大，饷食后呼吸量急速上升，约 1 小时后达起蚕的 2.4 倍左右，以后相对稳定。

关键词　家蚕　体温　呼吸量

有关家蚕呼吸作用的研究报告相当多，板谷(1940)报告了家蚕各生长发育阶段的呼吸强度变化；藤井(1930)、河野(1932)报告了温湿度及气流对家蚕呼吸的影响；伊藤(1954)报告了变态时期的呼吸曲线等。另外，高濑(1933)、铃木(1949、1952)等报告了家蚕体温和气温的关系。但关于家蚕的体温和呼吸量的关系，特别是低温下的体温和呼吸量，以及不同化性品种呼吸强度差异的报告则极少见。笔者以全龄人工饲料育的 5 龄幼虫为材料，调查了二化性和多化性蚕品种在不同气温条件下的体温及呼吸量的差异。

另外，以往测定幼虫呼吸量一般采用瓦勃格 (Warburg) 呼吸仪，这种测定法需将蚕从饲育环境中取出，即在非摄食状态下进行测定。而本实验采用 URA-2S 型红外线气体分析仪，测定家蚕在自然摄食状态下的呼吸量，其测定值可能更接近真实。

一、材料和方法

供试蚕品种：日 140×中 140，郡丰×秀玉(以上系二化性品种)。泰国品种 NK_4、BR_9 (以上系热带多化性品种)。各品种均用 5 龄第 1 天至第 5 天的雄蚕作测定材料。

供试蚕饲育条件：全龄人工饲料育。

测定用仪器：URA-2S 型红外线气体分析仪(日本岛津制作所制造)
铜-康铜线热电偶(测至 0.1°C)
EPR-200A 高感度记录仪
卡片式湿度计(美国产)

测定条件：温度 0—36°C，每一设定温度测定 1 小时

本文于 1986 年 7 月收到。

湿度　65±10%

气流　31.4cm/分

测定方法：每次测定时将5—10头雄蚕和人工饲料一起放入测定箱内，使蚕处于自然的饲育状态。测定箱置于可调的恒温水浴中，利用水浴调节测定箱内的温度。测定箱内通有二根铜-康铜热电偶，分别测定箱内温度和蚕体表(或直肠内)温度。卡片湿度计置于箱内，测定箱内湿度。由 CO_2 去除装置通过进气口以一定流量向测定箱内鼓入无 CO_2 的新鲜空气，测定箱的排气口和URA-2S型红外线气体分析仪相接，连续不断地测定排出气体中的 CO_2 浓度，测定结果由EPR-200A高感度记录仪记录。每一处理重复二次。

二、结果与分析

（一）气温和蚕体表温度及体内温度的关系

家蚕是变温动物，体温和气温大致相同，并随气温变化而变化。上田(1979)认为这种变化还与气流有关："(蚕体温)在无气流条件下比气温高出1℃以内，在有气流条件下比气温低"。本实验是在有气流条件下进行的，气流速度为每分钟31.4厘米，但蚕体表温度仍稍高于气温(见图1)。设蚕体表温度为Y、气温为X，则本实验测得0—30℃范围内的两者关系为：

$$Y = 0.11 + X \quad (r = 0.9986)$$

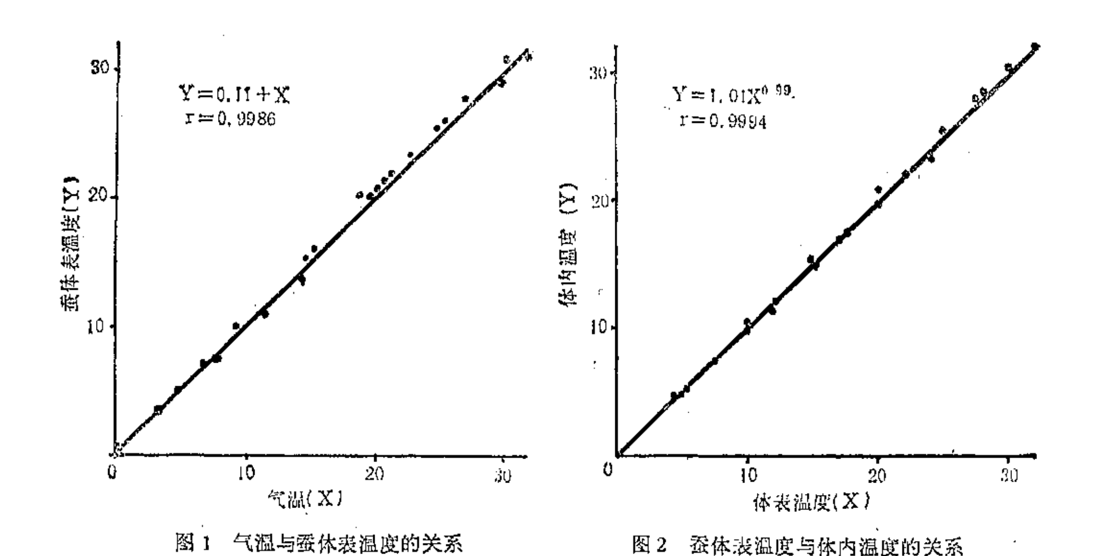


图1　气温与蚕体表温度的关系　　图2　蚕体表温度与体内温度的关系

直肠内温度和体表温度大致相同，但亦有微小的差别，直肠内的温度略高于体表温度1°C以内(见图2)。设体内温度为Y、体表温度为X，据本实验测定结果，它们之间的关系可总结为回归式：

$$Y = 1.01X^{0.99} \quad (r = 0.9994)$$

三谷(1914)曾报道直肠温度比气温高2.2—2.8°C，他的测定值可能偏高。

另外，从本实验的结果看，在气温和蚕体温的关系方面，二化性品种和多化性品种之

间没有明显差别。

（二）蚕的体温和呼吸强度关系

家蚕体温随气温上升而上升，呼吸强度随体温上升而增强(见图3、4)。藤井(1930)曾测定过5龄蚕在14—37.5℃范围内的呼吸量，并指出呼吸量最高临界温度为33—34°C，超过33—34°C，呼吸量反而下降。但在本次测定中，达到36°C时呼吸量尚未下降。藤井测定的是桑叶育5龄蚕，本实验测定的是人工饲料育5龄蚕，品种不相同。因此，两者测定结果的差异究竟是品种不同引起的，还是饲料不同引起的，尚有待于进一步研究。

藤井(1930)未实际测出最低临界温度，他根据计算推测最低临界温度在7—8℃附近。但从本实验中看到，5龄蚕在0℃条件下连续测定1小时以上，仍不断有微量的CO_2呼出，呼吸强度为20—50μl/hr/g体重。

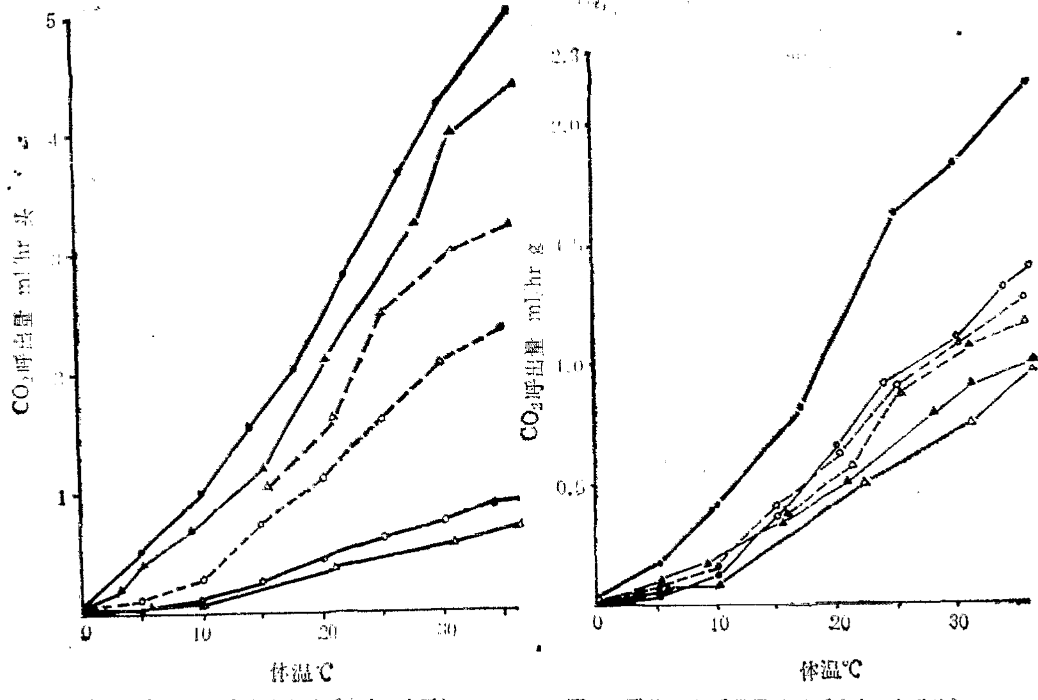


图3　蚕体重和呼吸量的关系(对1头蚕)　　　　图4　蚕体温和呼吸量的关系(对1克蚕体)

▲——▲ J140×C140　5龄5日，　●—● 郡丰×秀玉　5龄3日，　△----△ NK_4 5龄5日，
○---○ BR_9　5龄3日，　△——△ J140×C140　5龄起蚕，　○—○ 郡丰×秀玉　5龄起蚕

从图3、4可以看到，从0—10°C范围内，随着温度上升呼吸量缓慢地上升，当超过10°C后，呼吸量上升速度显著加快。

（三）温度对不同化性品种呼吸量的影响

在10—25°C范围内，本实验所用的二化性品种郡丰×秀玉、日140×中140和多化性品种NK_4、BR_9的呼吸强度变化趋势大致相同。但在25—36°C范围内，随温度上升呼吸量增加的速度，多化性比二化性为慢(见图5)。呼吸量小，消耗能源物质就少，在高温下多化性品种呼吸量增长速度较慢，可能与其耐高温性有关。

（四）饷食前后的呼吸强度差异

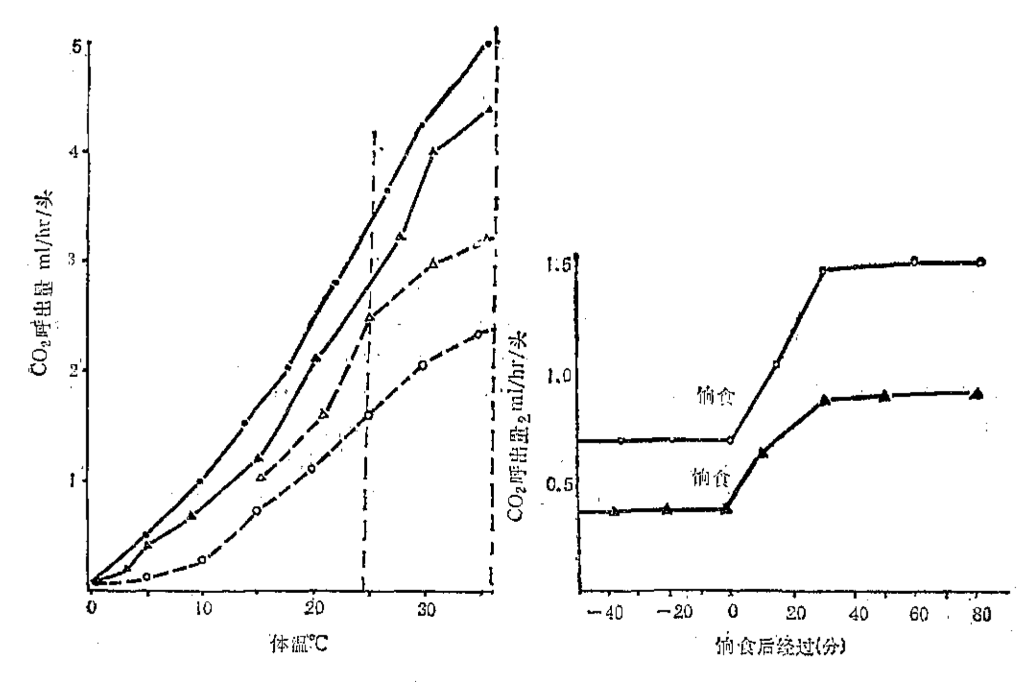


图 5　二化性品种和多化性品种的 CO_2 呼出量差异
—● 郡丰×秀玉　5 龄 3 日，▲——▲ J140×C140　5 龄 3 日，△---△ NK，5 龄 5 日，○---○ BR，5 龄 3 日

图 6　饷食前后的 CO_2 呼出量
○—○ 郡丰×秀玉，▲—▲ J140×C140

5 龄起蚕饷食前后的呼吸强度差异很大(见图 6)。饷食前，蚕处于静止状态，呼吸强度相当低。给饵后，蚕很快开始摄食，呼吸随活动的展开迅速上升，10 分钟后达起蚕的 1.7 倍，30 分钟后达 2.3 倍，50 分钟达 2.4 倍，以后的变化很小，稳定在一定水平上。可见呼吸强度不仅与温度有密切关联，而且与蚕取食与否等因素有关。

参　考　文　献

板谷健吾　1940　蚕見蚕蛹蚕蛾の呼吸并に呼吸係数に就て。日本蚕糸学雑誌　**11**(3)：113—40。

藤井音松　1930　家蚕ノ呼吸作用ニ及ボス温湿度ノ影響。日本蚕糸学雑誌　**1**(1)：48—59。

河野幹雄　1932　蚕見ノ呼吸作用ニ及ボス温湿度気流及ビ絕食ノ影響ニ就テ。日本蚕糸学雑誌　**3**(1)：54—69。

伊藤智夫　1954　家蚕における変態の生理 (I) 呼吸。蚕糸試験場報告　**14**(5)：263—78。

高瀬信孝　1933　蚕見体温ニ就テ。愛知縣蚕業試験場報告　**5**：1—57。

鈴木親民　1952　蚕体の冷却速度から计算した蚕見の比熱。蚕糸研究　**1**：26—30。

鈴木親民　1949　«蚕桑気象»。北隆館。

上田　悟　1979　«综合蚕糸学»。日本蚕糸学会編　福田紀文监修　p. 242　日本蚕糸新闻社出版。

三谷賢三郎　1914　病蚕ノ脉搏及ビ体温ノ変化ニ就テ。大日本蚕糸会報　**23**(271—273)：6—36。

EFFECT OF ENVIRONMENTAL TEMPERATURE ON THE BODY TEMPERATURE AND RESPIRATORY INTENSITY OF SILKWORM *BOMBYX MORI* REARED ON ARTIFICIAL DIET

SHEN WEI-DE K. Hamano F. Mukaiyama

(Suzhou Institute of Sericulture, Hushuguan) *(Toky University of Agriculture and Technology, Tokyo)*

Investigation has been made on the differences between body temperature and respiratory intensity of silkworms of bivoline and polyvoltine races in the last larval instar which were reared on artificial diet at different temperatures. As silkworm is a poikilothermal abimal, its body temperature (BT) is presumably similar to the ambient air temperature. Careful examinations revealed that some difference existed among BT, body surface temperature (BST) and air temperature (AT). Within the range of 0° to 30°C, BT was slightly higher than AT. At 0°C the larva had very low intensity of respiration and it increased slowly as BT rose, and above 10°C the increase was speeded up. With the range of 25°C to 36°C it was found that the rise of respiratory intensity was slower in the polyvoltine race than in the bivoltine race, showing the better tolerance of the former to high temperature. In addition, respiratory intensity showed conspicuous difference before and after feeding since the fourth larval moult. It increase quickly after the resumption of feeding, reached 2.4 times that of the newly moulted larva after one hour and since then attained to a relative stable level.

Key words silkworm——body temperature——respiratory intensity